

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-064785

(43)Date of publication of application : 26.02.2004

(51)Int.Cl.

H03H 9/17
H01L 41/08
H01L 41/09
H01L 41/187
H03H 9/54

(21)Application number : 2003-278832

(71)Applicant : AGILENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 24.07.2003

(72)Inventor : BRADLEY PAUL D
OSHYMYANSKY YURY
RUBY RICHARD C

(30)Priority

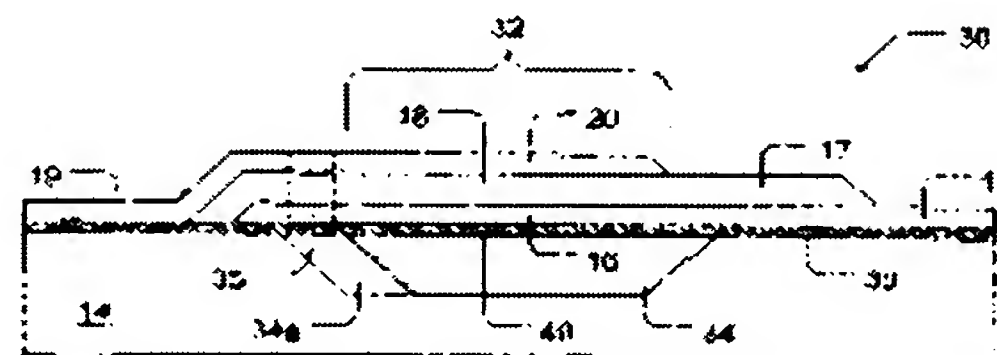
Priority number : 2002 209579 Priority date : 30.07.2002 Priority country : US

(54) RESONATOR HAVING PROTECTING LAYER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin film resonator having an environment protecting layer.

SOLUTION: In a thin film resonator (52) having a protecting layer (54) and a method of manufacturing the thin film resonator, the resonator (52) has a bottom electrode (16), a piezoelectric layer (18), a top electrode (20) and the protecting layer (54). The protecting layer (54) covers the top electrode (20) and protects the top electrode (20) from air and humidity. The protecting layer (54) is used for protecting the bottom electrode from air and humidity. The protecting layer (54) operates also as a seed layer and supports manufacture of the high-quality piezoelectric layer (17).



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2004-64785
(P2004-64785A)

(43) 公開日 平成16年2月26日(2004.2.26)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H03H 9/17	H03H 9/17 F	5J108
H01L 41/08	H03H 9/54 A	
H01L 41/09	H01L 41/08 C	
H01L 41/187	H01L 41/18 1O1B	
H03H 9/54	H01L 41/08 D	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-278832 (P2003-278832)	(71) 出願人 399117121 アジレント・テクノロジーズ・インク AGILENT TECHNOLOGIES, INC. アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ページ・ミル・ロード 395 395 Page Mill Road Palo Alto, California U. S. A.
(22) 出願日 平成15年7月24日 (2003. 7. 24)	(74) 代理人 100081721 弁理士 岡田 次生
(31) 優先権主張番号 10/209, 579	(74) 代理人 100105393 弁理士 伏見 直哉
(32) 優先日 平成14年7月30日 (2002. 7. 30)	(74) 代理人 100111969 弁理士 平野 ゆかり
(33) 優先権主張国 米国 (US)	最終頁に続く

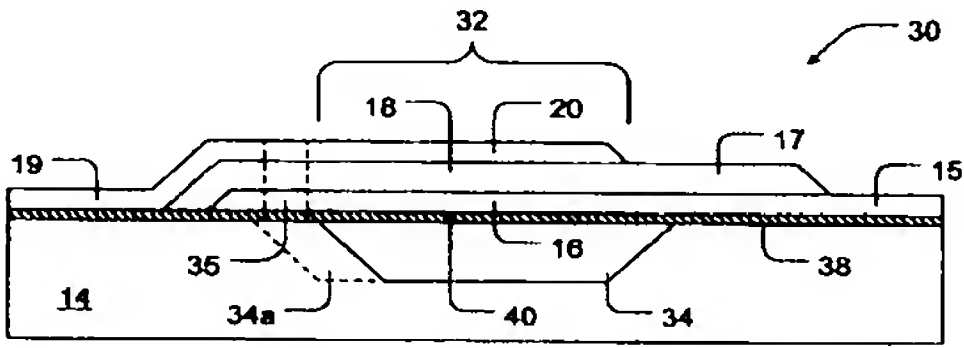
(54) 【発明の名称】 保護層を有する共振器

(57) 【要約】

【課題】 保護層を有する共振器を提供すること。

【解決手段】 保護層（54）を有する薄膜共振器（52）、および該薄膜共振器を製造する方法を開示する。共振器（52）は、底部電極（16）、圧電層（18）、頂部電極（20）、および保護層（54）を有する。保護層（54）は、頂部電極（20）を覆い、頂部電極（20）を空気および湿気から保護する。保護下層（54）は、底部電極を空気および湿気から保護することによって使用される。保護下層（38）は、シード層としても働き、高品質な圧電層（17）の製造を助ける。

【選択図】 図2B



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に製造される共振器であって、
底部電極と、
前記底部電極上の圧電部分と、
前記圧電部分上の頂部電極と、
前記頂部電極上の保護層と、
を備え、前記保護層が、共振器の環境から該共振器を保護する共振器。

【請求項 2】

前記保護層が不活性材料を含む、請求項 1 に記載の共振器。

10

【請求項 3】

前記保護層が、窒化アルミニウム、アルミニウムオキシナイトライド、二酸化シリコン、窒化シリコン、および炭化シリコンからなるグループから選択される材料を含む、請求項 1 に記載の共振器。

【請求項 4】

前記保護層が、30 オングストロームから 2 ミクロンまでの範囲の厚さを有する、請求項 1 又は 2 に記載の共振器。

【請求項 5】

前記保護層と前記圧電部分が同じ材料を含む、請求項 1 に記載の共振器。

【請求項 6】

前記保護層および前記圧電部分が窒化アルミニウムを含み、前記底部電極および前記頂部電極がモリブデンを含む、請求項 1 に記載の共振器。

20

【請求項 7】

前記共振器が、空洞の上に製造される、請求項 1 に記載の共振器。

【請求項 8】

前記底部電極の下にさらにシード層部分を備える、請求項 1 に記載の共振器。

【請求項 9】

前記シード層部分が窒化アルミニウムを含む、請求項 7 または 8 に記載の共振器。

【請求項 10】

基板上に製造された共振器を備える電子フィルタであって、前記共振器が、
モリブデンを含む底部電極と、
前記底部電極上の圧電部分であって、前記圧電部分は、窒化アルミニウムを含む圧電部と、
前記圧電部分上の頂部電極であって、前記頂部電極がモリブデンを含む頂部電極と、
30 オングストロームから 2 ミクロンまでの範囲にわたる厚さを有するアルミニウムオキシナイトライドを含む保護層と、
を備える電子フィルタ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音響共振器に関し、特に、電子回路のためにフィルタとして利用することができる共振器に関する。

40

【背景技術】

【0002】

電子装置のコストおよび寸法の減少に対する要求により、ますます小さな電子フィルタ素子が継続して要求されている。セルラ電話及び小型ラジオのような消費者用電子装置は、ここに含まれる部品の寸法及びコスト両方に厳密な制限を加える。さらにこのような多くの装置は、電子フィルタを利用し、その電子フィルタは正確な周波数に同調しなければならない。フィルタは、所望の周波数範囲内にある電気信号のこれらの周波数成分を選択して通過させるが、一方所望の周波数範囲外にあるこれらの周波数成分を除去し又は減衰

50

させる。

【0003】

これらの要求に合わせるための可能性を有する電子フィルタの1つのクラスは、薄膜バルク音響共振器(FBAR)より構成される。これらの装置は、薄膜圧電(PZ)材料内におけるバルク縦音響波を利用する。1つの簡単な構成において、PZ材料の層は、2つの金属電極の間にサンドイッチ、すなわちはさまれる。このサンドイッチ構造は、望ましくは空中に浮かされる。共振器12(例えばFBAR)を有する装置10の見本構造は、図1A及び図1Bに示されている。図1Aは、装置10の平面図を示すが、一方図1Bは、図1Aの線A-Aに沿った装置10の側面図を示している。共振器12は、基板14の上に製造されている。順に底部電極層15、圧電層17及び頂部電極層19が、基板14上に堆積されかつエッチングされる。重なり合いかつ空洞22の上に製造されたこれらの層——15、17及び19——の部分(括弧12によって示されたような)は、共振器12を構成する。これらの部分は、底部電極16、圧電部分18及び頂部電極20と称する。共振器12において、底部電極16及び頂部電極20は、PZ部分18をサンドイッチしている。電極16及び20は導体であるが、一方PZ部分は、典型的に窒化アルミニウム(AlN)のような結晶である。

10

【0004】

金属電極16及び20に電界が加えられると、PZ部分18は、いくらかの電氣的なエネルギーを機械的な波の形の機械的なエネルギーに変換する。機械的な波は、電界と同じ方向に伝搬し、かつ電極/空気境界面から反射される。

20

【0005】

共振周波数において、共振器12は、電子共振器として作用する。共振周波数は、装置内に伝搬する機械的な波の半波長が材料内の機械的な波の所定の位相速度に対して共振器12の全厚さを含む多くの要因によって決められる周波数である。機械的な波の速度は、光の速度より4桁ほど大きさが小さいので、その結果生じる共振器は、かなりコンパクトにすることができる。GHz領域において適用するための共振器は、横方向の大きさが100ミクロン及び全体の厚みが数ミクロンより小さい程度の物理的寸法によって構成することができる。実現において例えば共振器12は、周知の半導体製造プロセスを利用して製造され、かつ電子部品及びその他の共振器と組合わされ、電気信号のための電子フィルタを形成する。

30

【0006】

電子フィルタのためのFBARの種々の設計のための利用及び製造技術は、当該技術分野において周知であり、かつ多数の特許が与えられている。例えばポール、D、ブラッドレイ他に与えられた特許文献1は、薄膜バルク音響共振器(FBAR)を組み込んだデュプレクサを開示している。FBARを製造する種々の方法も特許されており、例えばリチャード、C、ルビー他に与えられた特許文献2は、共振器を製造する種々の構造及び方法を開示しており、かつケネス、M、ラーキンに与えられた特許文献3は、囲まれた薄膜共振器を製造するための方法を開示している。

【特許文献1】米国特許第6,262,637号

【特許文献2】米国特許第6,060,181号

【特許文献3】米国特許第6,239,536号

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながらFBARの品質及び信頼性を高めるための継続的な推進は、さらに良好な共振器品質、構成及び製造方法を要求する課題を提供する。例えば1つのこのような課題は、静電放電による損傷及び回りの回路からの電圧スパイクに対するFBARの敏感さを除去し又は緩和することにある。その他の課題は、空気又は湿気のようなその環境との相互作用のため、周波数ドリフトに対する共振器の敏感さを除去し又は緩和することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、これら及びその他の技術的な課題に直面する。本発明の1つの態様によれば、基板上に製造された共振器は、底部電極、底部電極上の圧電部分、圧電部分上の頂部電極、及び頂部電極のすぐ上の保護層を有する。保護層は、共振器の環境から共振器を保護する。

【0009】

本発明の別の態様によれば、電子フィルタは、基板上に製造された共振器を含む。共振器は、底部電極、圧電部分、頂部電極及び保護層を有する。底部電極はモリブデンからなる。圧電部分は窒化アルミニウムからなる。頂部電極はモリブデンからなる。保護層は、30オングストロームから2ミクロンまでの範囲にわたる厚さを有するアルミニウムオキシニトライドからなる。

10

【0010】

本発明のさらに別の態様によれば、共振器の製造方法が開示される。第1に底部電極、圧電部分及び頂部電極が、基板上に製造される。それから頂部電極のすぐ上に、保護層が製造され、保護層が、共振器の環境から共振器を保護する。

【0011】

本発明のその他の態様及び利点は、本発明の基本方式を例として示した添付の図面と組合せて行なわれる次の詳細な説明から明らかであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0012】

例示のために図面に示すように、本発明は、底部電極、圧電(PZ)部分、頂部電極及び頂部電極上における保護層を有する共振器において実施されている。保護層がないと、頂部電極は、質量が変化するように空気及び湿気と反応し、それにより時間にわたって共振器の共振周波数を変化させる。保護層は、空気及び湿気から頂部電極を保護するので、共振周波数ドリフトの問題は最少になる。さらに共振器の下において底部電極と基板との間に保護下側層を製造することができる。下側層は、空気及び湿気との反応から底部電極を保護する。下側層は、底部電極及びPZ部分を製造することができるさらに良好な表面を提供するためにシード層として使うこともできる。

【0013】

30

図2Aは、本発明の第1の実施例による装置30の平面図を示している。図2Bは、線B-Bに沿って切断された図2Aの装置30の側面図である。図2A及び図2Bにおける装置30の部分は、図1A及び図1Bの装置10のものと同様である。便宜的に図1A及び図1Bの装置10の部分と類似の図2A及び2Bにおける装置30の部分は、同じ参照符号が割当てられており、異なる部分は異なる参照符号が割当てられている。図2A及び図2Bによれば、本発明の1つの実施例による装置30は、基板14上に製造された共振器32を含んでいる。装置30は、第1に基板14内に空洞34をエッチングし、これを例えばホスホシリケート(phosphosilicate)ガラス(PSG)のような適当な犠牲材料によって充填することによって製造される。そして充填された空洞34を含む基板14は、化学的機械的研磨のような周知の方法を利用して平面化される。空洞34は、排出経路35につながった排出トンネル部分34aを含むことができ、この排出経路を介して後に犠牲材料が排出される。

40

【0014】

次に平面化された基板14上に、薄いシード層38が製造される。典型的にはシード層38は、平面化された基板14上にスパッタリングされる。シード層38は、窒化アルミニウム(AlN)、又はその他の同様な結晶性物質、例えばアルミニウムオキシニトライド(ALON)、二酸化シリコン(SiO₂)、窒化シリコン(Si₃N₄)又は炭化シリコン(SiC)を利用して製造することができる。図示した実施例において、シード層38は、ほぼ10オングストローム(又は1ナノメートル)から10,000オングストローム(又は1ミクロン)の厚さの範囲にある。シード層を製造する技術及びプロセスは

50

、当該技術分野において周知である。例えば広く知られかつ利用されるスパッタリング技術は、この目的のために利用することができる。

【0015】

それからシード層38の上に、層が、底部電極層15、圧電層17、及び頂部電極層19、の順序で堆積される。重なり合いかつ空洞34の上に配置されたこれらの層——38、15、17及び19——の部分（括弧32によって表示されたような）は、共振器32を構成している。これらの部分は、シード層部分40、底部電極16、圧電部分18及び頂部電極20と称する。底部電極16及び頂部電極20は、PZ部分18をサンドイッチ状にはさむ。

【0016】

電極16及び20は、モリブデンのような導体であり、かつ見本の実施例において、0.3ミクロンから0.5ミクロンの厚さの範囲にある。PZ部分18は、典型的には窒化アルミニウム（AlN）のような結晶からなり、かつ見本の実施例において、0.5ミクロンから1.0ミクロンまでの厚さの範囲にある。図2Aにおける共振器32の平面図によれば、共振器は、ほぼ150ミクロンの幅かける100ミクロンの長さであることができる。もちろんこれらの寸法は、制限なく、所望の共振周波数、利用される材料、利用される製造方法等のような多数の要因に依存して、広く変化することができる。これらの寸法を有する図示した共振器32は、1.92GHzの近所におけるフィルタにおいて有益であることができる。もちろん本発明は、これらの寸法又は周波数範囲に制限されるわけではない。

【0017】

シード層38の製造は、その上にPZ層17を製造することができるさらに良好な下側層を提供する。したがってシード層38によれば、さらに高い品質のPZ層17を製造することができる、したがってさらに高い品質の共振器32となる。実際にこの見本の実施例において、シード層38及びPZ層17のための利用される材料は、同じ材料、AlNである。このことは、シード層38が一層滑らかな一層均一な底部電極層15の核を形成し、他方においてこの底部電極層がPZ層17のためにさらに単結晶に近い品質の材料を促進するためである。したがってPZ層17の圧電結合定数（piezoelectric coupling constant）が改善される。改善された圧電結合定数は、共振器32によるさらに広い帯域幅の電気フィルタの形成を可能にし、かつさらに再現可能な結果も生じる。これは、AlN材料に対する理論的な最大値に密に接近するからである。

【0018】

図3Aは、本発明の第2の実施例による装置50の平面図を示している。図3Bは、線C-Cに沿って切断された図3Aの装置の側面図である。図3A及び図3Bにおける装置50の部分は、図2A及び図2Bの装置30のものと同様である。便宜的に図2A及び図2Bの装置30の部分と類似の図3A及び図3Bにおける装置50の部分は、同じ参照符号が割当てられており、異なる部分は異なる参照符号が割当てられている。

【0019】

図3A及び図3Bによれば、本発明の装置50は、基板14上に製造された共振器52を含んでいる。装置50は、図2A及び図2Bの装置30と同様に製造されており、上に記載されている。すなわち底部電極層15、圧電層17及び頂部電極層19が、空洞34を有する基板14上に製造されている。選択的にシード層38は空洞34を含む基板14と底部電極層15との間に製造されている。これらの層の詳細は、上に記載されている。共振器52は、重なり合いかつ空洞34の上に配置されたこれらの層——38、15、17及び19——の部分（括弧52によって表示されたような）を含む。これらの部分は、シード層部分40、底部電極16、圧電部分18及び頂部電極20と称する。最後に保護層54が、頂部電極20のすぐ上に製造されている。保護層54は、少なくとも頂部電極20を覆い、図示したように、頂部電極20より大きな範囲を覆うことができる。さらに空洞34の上に配置された保護層54の部分は、共振器52の一部でもある。すなわち保護層54のその部分は、共振器52に質量として寄与し、共振器52のその他すべての部分

10

20

30

40

50

— 40、16、18及び20とともに共振する。

【0020】

保護層54は、頂部電極20の表面において吸収する材料の傾向を化学的に安定化し、かつ減少させる。吸収される材料は、共振器の共振周波数を変化させることがある。共振器32の電氣的なQ値(q)を最適化するために、厚さも調節することができる。

【0021】

保護層54がないと、共振器52の共振周波数は、時間にわたってドリフトの影響を比較的多く受けやすい。このことは、頂部電極20、導体材料が、空気及び場合によっては湿気にさらされることによって酸化することがあるためである。頂部電極20の酸化は、頂部電極20の質量を変化させ、それにより共振周波数を変化させる。共振周波数のドリフトの問題を減少し又は最少にするために、保護層54は、典型的にアルミニウムオキシニトライド(AlON)、二酸化シリコン(SiO₂)、窒化シリコン(Si₃N₄)又は炭化シリコン(SiC)のような、環境と反応する傾向をあまり持たない不活性材料を利用して製造される。実験において、30オングストロームから2ミクロンまでの範囲にわたる厚さを有する保護層54が製造された。保護層54はAlN材料を含むことができ、この材料は、圧電層17のためにも利用することができる。

10

【0022】

ここにおいてシード層部分40は、共振器52の結晶品質を改善するだけでなく、排出経路35を介して底部電極16に到達する環境からの空気及び場合によっては存在する湿気との反応から底部電極16を保護する保護下側層としても使われる。

20

【0023】

図4Aは、本発明の第3の実施例による装置の平面図を示している。図4Bは、線D-Dに沿って切断された図4Aの装置60の側面図を示している。図4Cは、装置60を利用して形成することができる等価回路を部分的に示す簡単な略図である。図4A、図4B及び図4Cにおける装置60の部分は、図1A及び図1Bの装置10及び図2A及び図2Bの装置30のものと同様である。便宜的に図1A及び図1Bの装置10の部分及び図2A及び図2Bの装置30の部分と類似の図4A、図4B及び図4Cにおける装置60の部分は、同じ参照符号が割当てられており、かつ異なる部分は、異なる参照符号が割当てられている。

【0024】

図4A、図4B及び図4Cによれば、装置60は、図1A及び1Bの装置10と同様に製造されており、上に記載されている。すなわち底部電極層15、圧電層17及び頂部電極層19が、空洞22を有する基板14上に製造されている。これらの層は、図2A及び図2Bの装置30と同様に製造され、これらの層の詳細は、上に記載されている。共振器12、望ましくはFBARのような薄膜共振器は、重なり合いかつ空洞22の上に配置されたこれらの層—15、17及び19—の部分(括弧12によって表示されたような)を含む。これらの部分は、底部電極16、圧電部分18及び頂部電極20と称する。

30

【0025】

装置60は、少なくとも1つのボンディングパッドを含む。第1のボンディングパッド62及び第2のボンディングパッド64が、図4A及び図4Bに示されている。第1のボンディングパッド62は、共振器12にその頂部電極層19によって接続されている。第1のボンディングパッド62は、半導体基板14に接触しており、それによりショットキー接合ダイオード63を形成している。このようなダイオードの動作特性は、当該技術分野において周知である。

40

【0026】

共振器12にその底部電極層15によって接続された第2のボンディングパッド64も図示されている。第2のボンディングパッド64は、2つの場所において基板14に接触するように示されており、それにより2つのショットキーダイオード接触65を形成している。実際にボンディングパッドは、基板14と組合せて、これが接続される共振器を保護するために複数のダイオード接触を形成するように製造することができる。単一パッド

50

6 4 からなる接触 6 5 は、電氣的に単一のショットキーダイオードを形成する。

【0027】

ボンディングパッド 6 2、6 4 は、典型的に金、ニッケル、クロム、その他の適当な材料、又はこれらの組合せのような導体金属を利用して製造されている。

【0028】

図 4 C は、共振器 1 2 を有するフィルタ回路 7 2 の動作を説明するために利用することができる。通常ダイオード 6 3 が一方の方向に開いた回路として動作するが、一方ダイオード 6 5 が反対の方向に閉じた回路として動作するので、ダイオード 6 3 及び 6 5 を通して電流は流れない。しかしながら静電電圧スパイクが共振器 1 2 にそのボンディングパッド 6 4 を介して（おそらくアンテナ 6 6 から）与えられると、ダイオード 6 3 はブレーク
10
ダウンすなわち降伏する。ダイオード 6 3 が降伏すると、これは、実効的に閉じた短絡回路であり、かつ電圧スパイクを基板 1 4 に、場合によってはアース 6 8 に転送することができ、それにより電圧スパイクから共振器 1 2 を保護する。他方のダイオード 6 5 は、フィルタ 7 2 に接続された別の電子回路 7 0 からの電圧スパイクから共振器 1 2 を保護するために、同様に動作する。すなわち 2 つの金属パッド、例えば半導体基板上に製造された共振器 1 2 の電氣的に反対の側に接続されたパッド 6 2 及び 6 4 は、互いに背中合わせの 2 つのショットキーダイオードの電気回路を製造し、これらのショットキーダイオードによれば、高電圧の静電放電は、頂部及び底部電極、例えば電極 1 6 及び 2 0 を互いに分離する圧電層、例えば P Z 層 1 7 を不可逆的に降伏するのではなく、基板内に無害に消散することができる。図 4 の電子的な略図は、このような接続を図示している。
20

【0029】

代案実施例において、単一の装置は、図 2 A、図 2 B、図 3 A 及び図 3 B に示したシード層 3 8 及び保護層 5 4、及び図 4 A 及び図 4 B に示したボンディングパッド 6 2 及び 6 4（ショットキーダイオード 6 3 及び 6 5 を形成する）を含む前に議論したすべての特徴を有する共振器を含むことができる。代案実施例において、パッド 6 2 及び 6 4 は、頂部電極層 1 9 及び底部電極層 1 5 の上及びこれらを越えて数ミクロンのオーバハングを有するように、シード層 3 8 上に形成することができる。

【0030】

前記のことから、本発明が新規であり、現在の技術を越える利点を提供することは明らかであろう。前に本発明の特定の実施例を説明し図示したとはいえ、本発明は、このよう
30
に説明し図示した部分の特定の形又は配列に制限されるものではない。本発明は、特許請求の範囲によって制限される。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図 1 A】従来の技術において周知の共振器を含む装置の平面図。

【図 1 B】線 A - A に沿って切断された図 1 A の装置の側面図。

【図 2 A】本発明の第 1 の実施例による装置の平面図。

【図 2 B】線 B - B に沿って切断された図 2 A の装置の側面図。

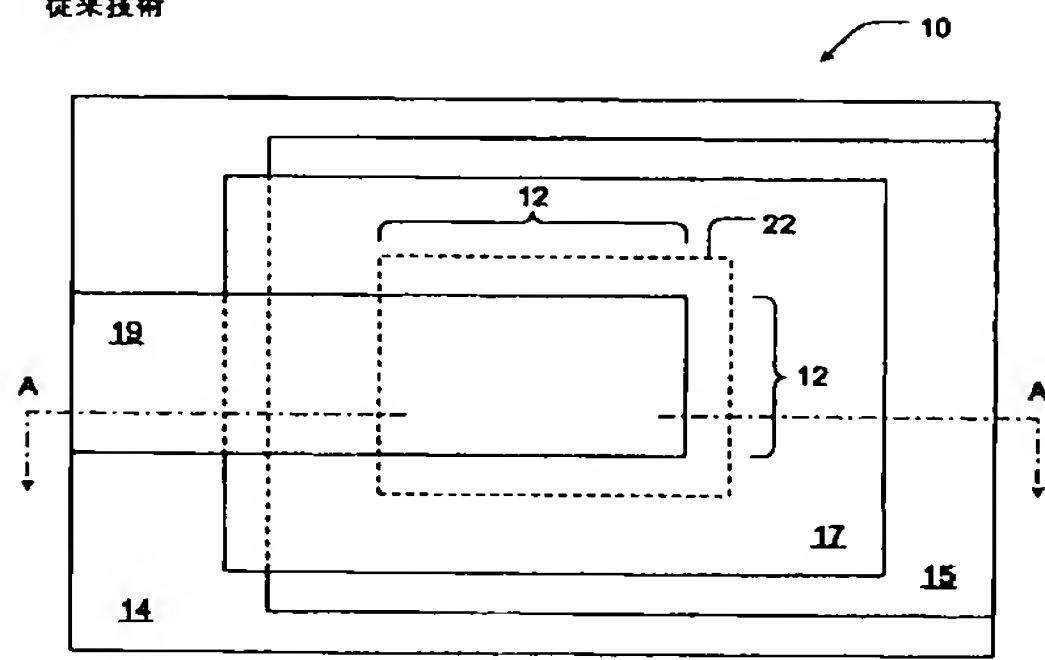
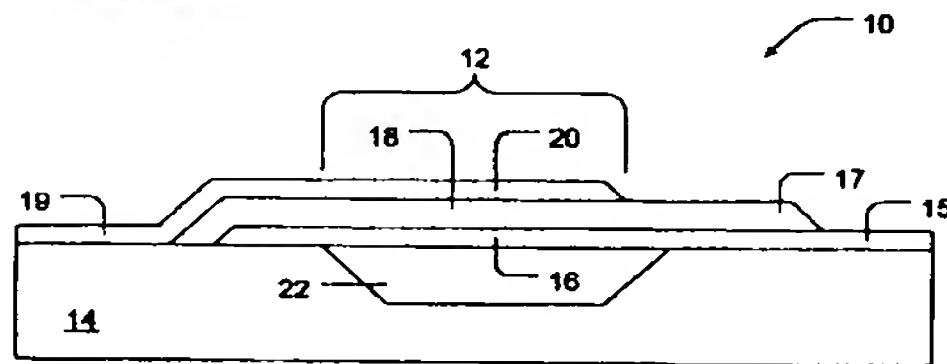
【図 3 A】本発明の第 2 の実施例による装置の平面図。

【図 3 B】線 C - C に沿って切断された図 3 A の装置の側面図。
40

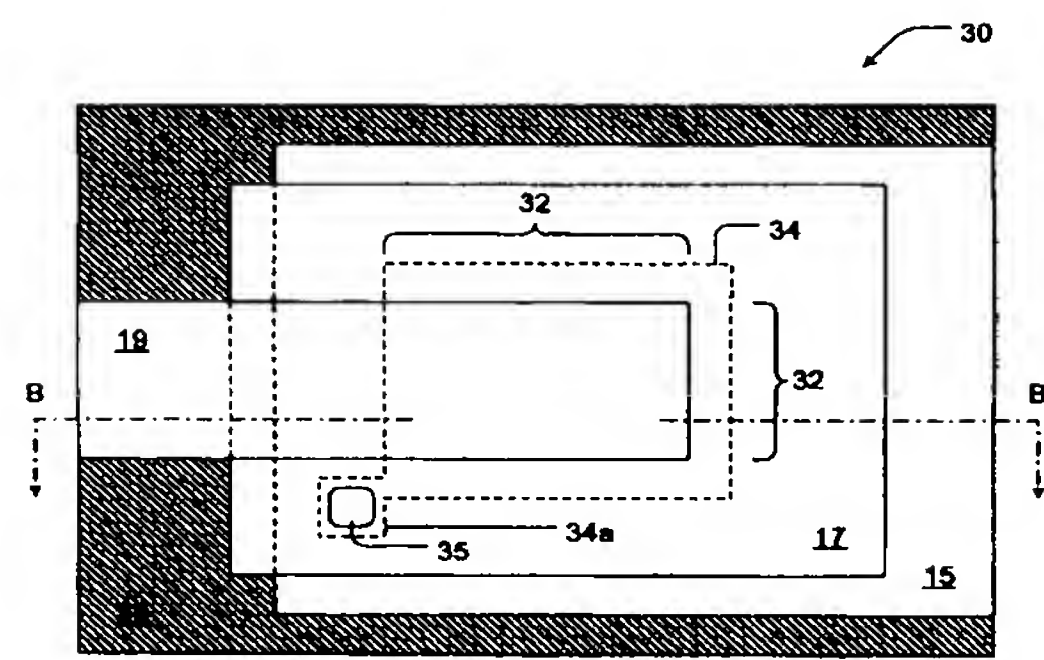
【図 4 A】本発明の第 3 の実施例による装置の平面図。

【図 4 B】線 D - D に沿って切断された図 4 A の装置の側面図。

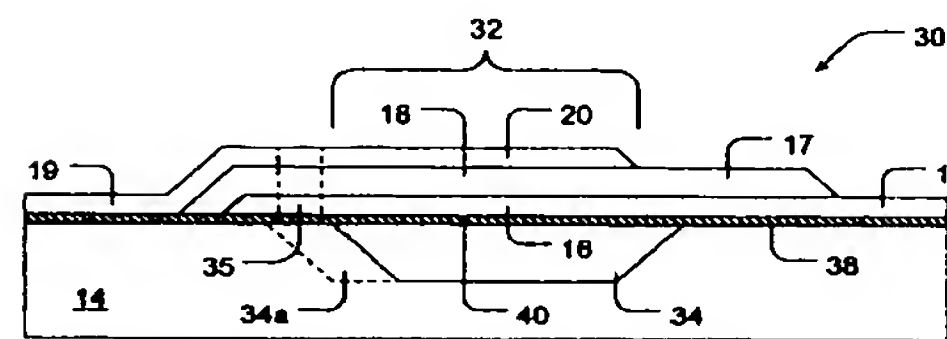
【図 4 C】一部図 4 A の装置を利用して形成することができる回路を示す略図。

【図 1 A】
従来技術【図 1 B】
従来技術

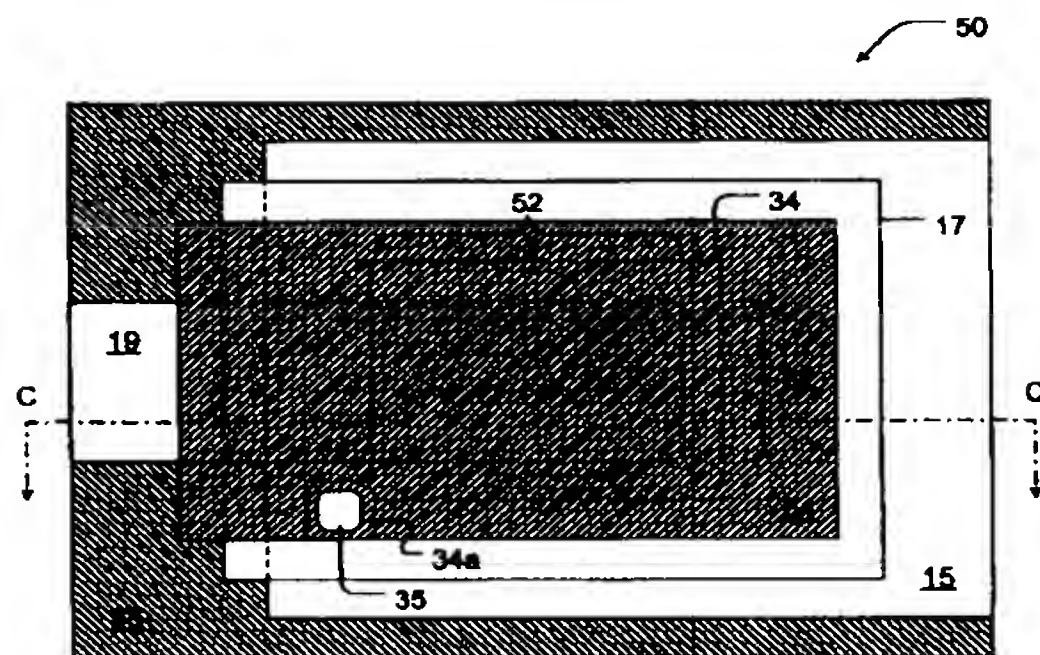
【図 2 A】



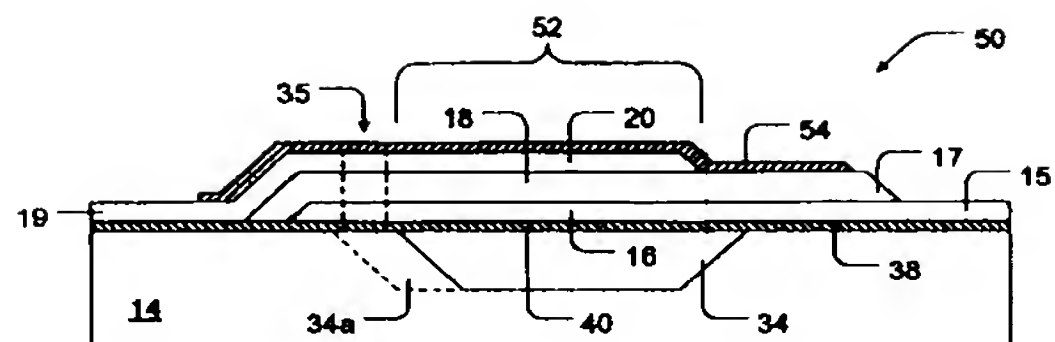
【図 2 B】



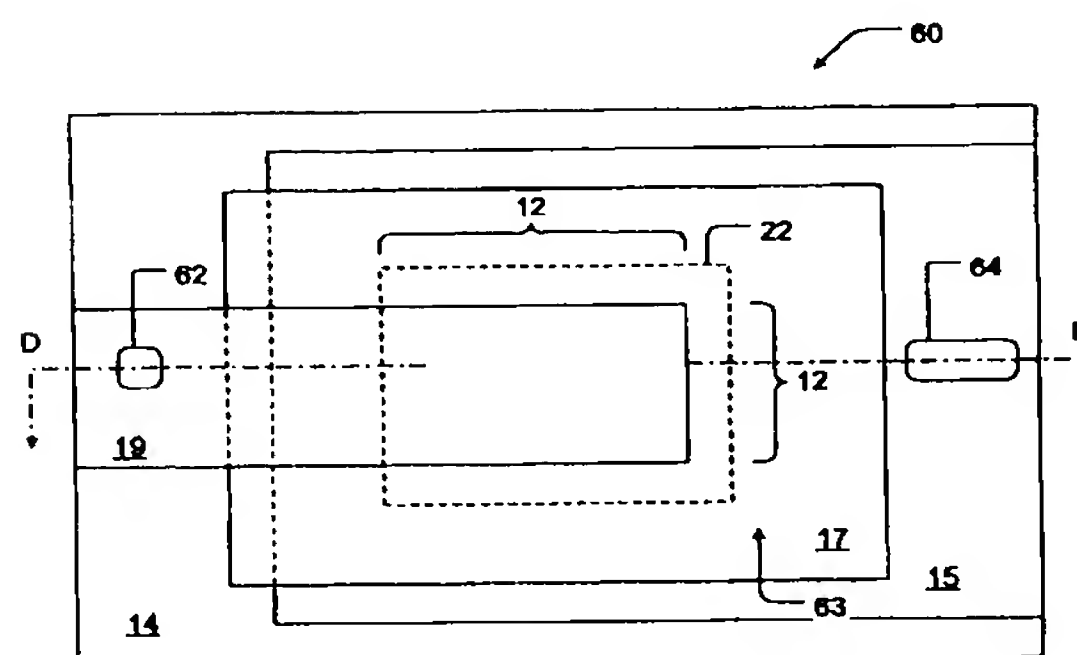
【図 3 A】



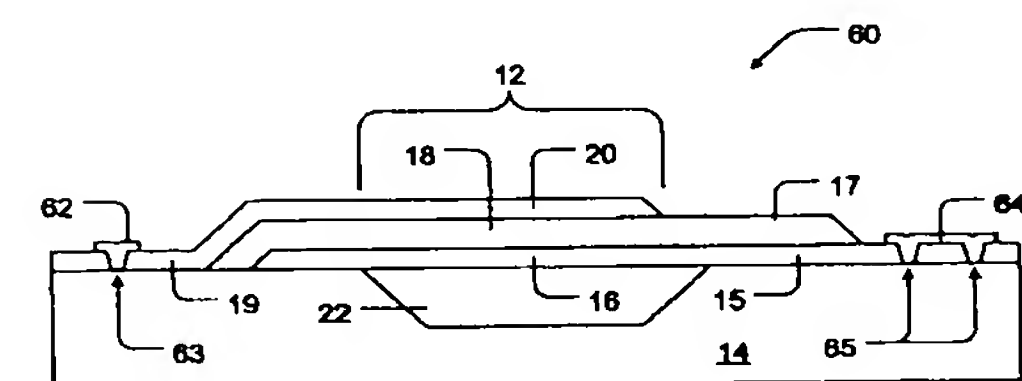
【図 3 B】



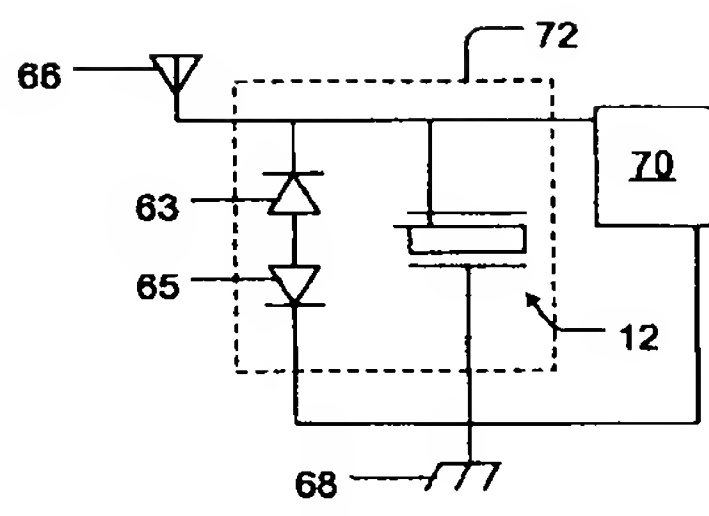
【図 4 A】



【図 4 B】



【図 4 C】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I テーマコード (参考)
H 0 1 L 41/08 J

(72)発明者 ポール・ディ・ブラッドリー
アメリカ合衆国 9 4 0 4 0 カリフォルニア州マウンテン・ビュー、ファイアット・ドライブ 2 6
8 0、ナンバー 1 2 0

(72)発明者 ユリー・オシュマイアンスキー
アメリカ合衆国 9 3 0 1 0 カリフォルニア州カムリーロ、イースト・ローランド・アヴェニュー 1
7 3 0

(72)発明者 リチャード・シー・ルビー
アメリカ合衆国 9 4 0 2 5 カリフォルニア州メンロ・パーク、9・アヴェニュー 5 6 7

Fターム(参考) 5J108 AA07 BB07 BB08 CC11 FF04 KK01